

ОСОБЕННОСТИ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

Афонин А.В.¹, Логачев И.А.², Афоница А.В.³

¹Технологический университет имени дважды героя Советского Союза летчика-космонавта А.А. Леонова, г. Королёв, Московская область, Россия, afonin.aleksander@yandex.ru

²Акционерное общество «Композит», г. Королёв, Московская область, Россия

³ Акционерное общество «Конструкторское бюро химического машиностроения имени А.М. Исаева», г. Королёв, Московская область, Россия

Ключевые слова: аддитивные технологии, порошковая металлургия.

Усовершенствование технологий получения сложнопрофильных ответственных изделий для ракетно-космической и авиационной техники является наукоемкой и трудновыполнимой задачей. Революционным решением в области изготовления деталей особой сложности из металлов и сплавов является применение аддитивных технологий (АТ), представляющих собой процесс производства изделия путем послойного сплавления (наплавления) металлического порошка или проволоки, частицы которого связываются между собой путём их проплавления посредством источника энергии высокой мощности (лазера, электронного луча, электронной дуги) движущегося по определённой траектории в соответствии с заданной трёхмерной моделью изделия. Каждый метод уникален и обладает своим набором параметров, варьирование которыми позволяет получить изделие с заданными технико-экономическими характеристиками (рис. 1) [1].



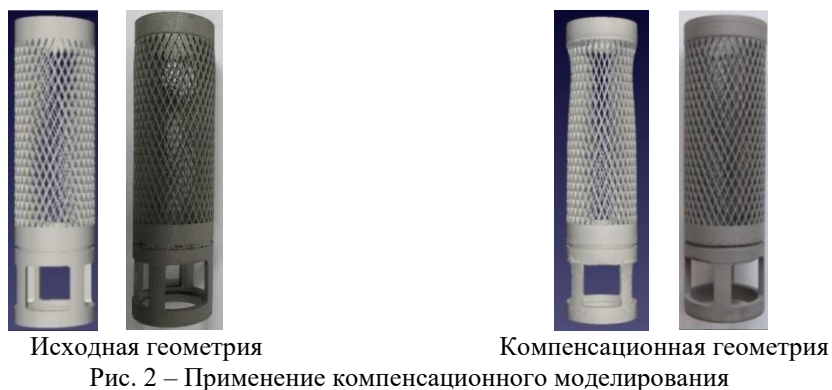
Рис. 1 – Сравнение различных технологий аддитивного производства

В настоящее время аддитивное производство реализует важнейшие конструкторские задачи: снижение массы изделия, варьирование теплопроводностью, вибродемпфирование, в связи с чем существенно возрастает роль структурной оптимизации.

Стоит отметить, что топологическая оптимизация выполняется, как правило, в совокупности с заполнением ячеистыми структурами тех объемов изделия, которые требуют дополнительного снижения массы. Ячеистые структуры представляют собой важную конструктивную особенность при реализации изделия методами АТ. Помимо хороших показателей удельной прочности при оптимальном расположении ячеек, их способность рассеивать энергию, тепло и вибрацию повышают ценность применения таких структур при оптимизации конструкции. Разумеется, для каждого отдельного изделия требуется определение собственных размеров и форм конечной структуры, для соблюдения, к примеру, минимальных размеров ячеек, соответствующих возможностям аддитивного оборудования. Однако простое заполнение ячейками для снижения массы не отразится положительно на удельной прочности изделия. В этом случае требуется ручная корректировка параметров заполнения ячейками, например, оптимального направления расположения выбранных ячеистых структур.

Использование технологий аддитивного производства в совокупности с цифровыми методами проектирования позволяют реализовать принципиально новые подходы к изменению конфигурации деталей и узлов для различных изделий, что может напрямую повлиять на их функциональность и конкурентоспособность. Ярким примером внедрения цифровизации производственных процессов служит моделирование процессов аддитивного производства [2].

На сегодняшний день для исследования сложных термодинамических процессов, происходящих при формировании изделия аддитивным способом, применяются различные методы математического моделирования, в том числе компьютерное моделирование на основе численных алгоритмов, цифровых моделей и многовариантного анализа процесса с контролем технологических параметров АП. Зачастую при этом используются уже имеющиеся на рынке вычислительные программные пакеты и комплексы общего назначения, в том числе ANSYS. Набирающее популярность ПО «ANSYS Additive Suite», позволяет решать сложнейшие проблемы и задачи, стоящие перед специалистами аддитивного производства, такие как: термические деформации и, как следствие, остановку оборудования по причине застревания устройства нанесения порошка, трещины в изделиях, а также высокие остаточные напряжения. Применение ПО позволяет выявить подобные дефекты путем расчета, а также изменить геометрию, скомпенсировав все деформации (рис. 2).



Таким образом, аддитивное производство в совокупности с актуальными методами конструирования и моделирования процессов производства позволяют существенно сократить время производства деталей и сборочных единиц (путем изготовления зацело), снизить коэффициент использования материала, а также улучшить эксплуатационные характеристики.

Список литературы

1. A comparison framework to support the selection of the best additive manufacturing process for specific aerospace applications / Alberto Garcia-Colomo, Dudley Wood, Filomeno Martina and Stewart W. Williams // International Journal of Rapid Manufacturing. 2020.
2. Моделирование в ANSYS термомеханического поведения изделия в процессе 3D-наплавки проволочных материалов / О.Ю. Сметанников, Д.Н. Трушников, П.В. Максимов, М.Л. Бартоломей, А.В. Ковязин // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика. 2017. № 4. С. 154–172.

Сведения об авторах

Афонин Александр Викторович, ведущий инженер-конструктор отдела металлических порошковых материалов и аддитивных технологий АО «Композит», аспирант кафедры техники и технологии технологического университета имени дважды героя Советского Союза летчика-космонавта А.А. Леонова. Область научных интересов: производство изделий методами аддитивных технологий, порошковая металлургия.

Логачев Иван Александрович, канд. техн. наук, начальник отдела металлических порошковых материалов и аддитивных технологий АО «Композит». Область научных интересов: производство изделий методами аддитивных технологий, порошковая металлургия.

Афони́на Анна Владимировна, инженер-технолог 1 категории отдела главного металлурга-сварщика АО «КБхиммаш им. А.М. Исаева». Область научных интересов: производство изделий методами аддитивных технологий, порошковая металлургия.

PECULIAR PROPERTIES OF AEROSPACE PRODUCTS ADDITIVE MANUFACTURING

Afonin A.V.¹, Logachev I.A.², Afonina A.V.³

¹LEONOV Moscow Region University of Technology, Korolev, Russia,
afonin.aleksander@yandex.ru

²JSC «КОМПОЗИТ», Korolev, Russia

³JSC «КБхиммаш н.б. А.М. Исаев», Korolev, Russia

Keywords: additive manufacturing, powder metallurgy.

The article presents the main directions in the field of additive manufacturing (AM), including selection of the best additive manufacturing process for specific aerospace applications and justification of using special software packages for additive manufacturing process simulation.